

界面活性剤の物性値と浸透制御に着目した油汚染地盤の非掘削浄化

大同大学 学生会員 ○野村 凌平

大同大学 学生会員 古田 敦士

大同大学 正会員 棚橋 秀行

1. はじめに

多くの機械工場で用いられる機械油による地盤汚染が問題になっている。しかし、土壌に対する付着性・粘性が高く揮発性に乏しい機械油を非掘削で地盤内から回収する技術は確立されていない。大同大学・棚橋研究室では、界面活性剤を用いた機械油汚染地盤の非掘削浄化について継続的に室内土槽実験を試みてきた。本報告は、大同大学・棚橋研究室がこれまで用いてきた HLB 値 10.5、13.3 の界面活性剤を用いた土槽実験を考察したものであり、図-1 に示した横方向短距離と長距離を対象にした浄化実験についての報告である。短距離では界面活性剤の圧入や真空圧による吸引により汚染油の回収を進めることが出来るが、長距離ではこうした圧力が地盤全体に及ばないため、動水勾配を用いた界面活性剤流による実験を行なう。

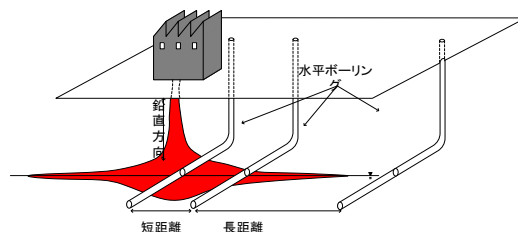


図-1 汚染地盤の様子

短距離では界面活性剤の圧入や真空圧による吸引により汚染油の回収を進めることが出来るが、長距離ではこうした圧力が地盤全体に及ばないため、動水勾配を用いた界面活性剤流による実験を行なう。

2 HLB 値 10.5 の界面活性剤と水を圧入・吸引を用い

て浸透させる浄化実験（短距離浄化）

2.1 実験方法 実験装置は図-2 の大型二次元土槽(充填幅 191cm×深さ 80cm×奥行き 5cm)を用いる。充填試料は清浄土部分に珪砂 6 号を、油汚染土としてはズダンⅣによって赤く着色した灯油とエンジンオイルで汚染させた珪砂 6 号を、ともに充填密度 $\rho_d=1.36\text{g/cm}^3$ で充填した。油汚染試料土における汚染濃度は質量比 10%とした。まず図-2 のノズル 2 から送液ポンプを使って HLB 値 10.5 の界面活性剤 3%溶液を流速 35ml/min で送液しノズル 3 から真空ポンプでの吸引をする。浄化が 3 分の 1 程度進んだら水の圧入を土槽横についているノズル 1 から流速 105ml/min で開始する。これにより水が界面活性剤を薄めながら浄化が進むのではないかと考えた。本実験は真空ポンプを使って廃液を吸引するため空気を遮断するために CMC を用いて地表面を被覆して実験を行う。なおこの方法は濃く汚染された短距離浄化を対象としている。

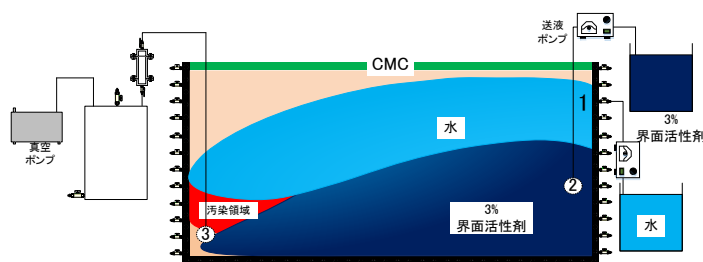


図-2 実験装置図

まず図-2 のノズル 2 から送液ポンプを使って HLB 値 10.5 の界面活性剤 3%溶液を流速 35ml/min で送液しノズル 3 から真空ポンプでの吸引をする。浄化が 3 分の 1 程度進んだら水の圧入を土槽横についているノズル 1 から流速 105ml/min で開始する。これにより水が界面活性剤を薄めながら浄化が進むのではないかと考えた。本実験は真空ポンプを使って廃液を吸引するため空気を遮断するために CMC を用いて地表面を被覆して実験を行う。なおこの方法は濃く汚染された短距離浄化を対象としている。

2.2 実験結果・考察 初期状態を示したものが写真-1 である。初めに送液ポンプによる界面活性剤 3%の圧入と真空ポンプによる吸引を開始した。次に 330 分経過した時点で浄化が 3 分の 1 進んだため水の圧入を開始した(写真-2)。予想していたより浄化が遅かったが、土槽が奥行き方向に数度傾いていたことが原因であった。汚染油が透明パネル側に浮いてしまい界面活性剤がうまく当たらなかったためこれを修正した。その後は順調に浄化が進んだ。450 分が経過した時点で写真-3 の様に水の水みちが出来てしまい、ムラが残ると考えられたが継続して実験を行うと水みちがなくなり順調に浄化が進んだ。左側面に若干油が残っているが、1480 分後にこの実験を終了した(写真-4)。

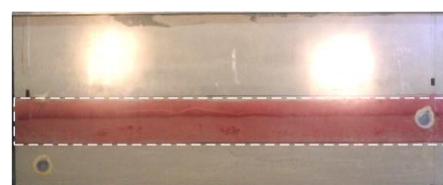


写真-1 初期状態

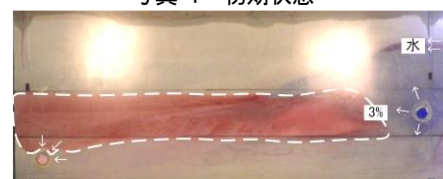


写真-2 330 分後



写真-3 450 分後

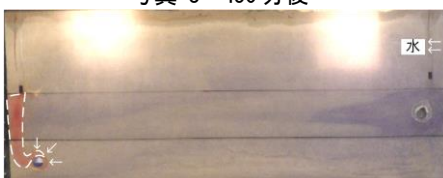


写真-4 1480 分後（実験終了時）

3. HLB 値 10.5 と 13.3 の界面活性剤を混合し、動水勾配を用いて浸透させる浄化実験（長距離浄化）

3.1 実験方法 実験装置は図-3 の土槽を用いる。充填試料は前述の実験と同様である。浄化液は HLB 値 10.5 と HLB 値 13.3 の界面活性剤を原液比 2:1 で混合したものを濃度 3% に希釈したものを使用した。HLB 値は 0 から 20 の間の指標であり、20 に近いほど親水性が高いため、HLB 値 13.3 の界面活性剤を配合することで動水勾配でも流れやすくなるように工夫した。混合界面活性剤をノズル 1 から動水勾配を用いて送液し、ノズル 2 から滲出てきた乳化液を送液ポンプで回収する。この方法は長距離にわたり薄く汚染されたところを対象としている。

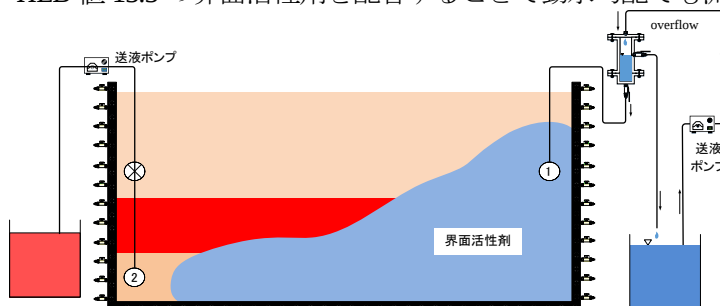


図-3 実験装置図

3.2 実験結果・考察 実験経過を写真-5～8 に示す。実験の序盤でノズル 2 に巻きつけてあるフィルター

が破れ、砂がノズル内にたまったり、ノズル 2 のチューブがきちんと接続されていなかったため廃液が排出されず界面活性剤が地表面に溢れるというアクシデントが起きたが、いずれも実験中盤以降の結果に影響は見られないと判断し実験を継続した。写真-6 を見ると全体的に汚染領域の色が薄くなりノズル 1 付近から浄化が進んでいることが分かる。その後浄化が進み写真-7 の様にノズル 2 の上に汚染領域が残ってしまい、いくら界面活性剤を送液しても浄化が進むことはなかった。そのためノズル 2 の真上の地表面から界面活性剤を送液することで浄化を進めた。その結果浄化は進み、写真-8 の様にほぼ浄化は完了したため実験を終了した。

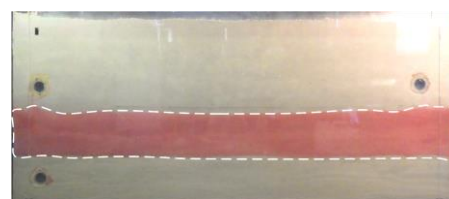


写真-5 初期状態

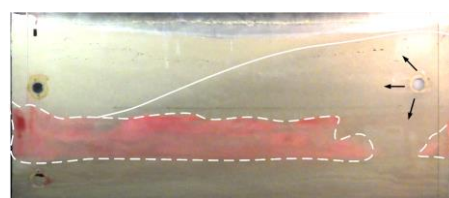


写真-6 870 分後



写真-7 2700 分後



写真-8 3690 分後（実験終了時）

4. まとめ

本報告で行った 2 つの実験結果を図-4 にまとめた。縦軸の汚染領域比は初期状態のデジタル画像の汚染部分のピクセル数を 100% としたものである。2. の界面活性剤と水の圧入・吸引を用いた浄化方法は、現在までに行った圧入・吸引による実験の中でも一番短時間で浄化が完了した実験である。図-4 は横軸に界面活性剤の PV（1PV は汚染土の間隙体積に相当）でプロットしたもので、界面活性剤だけを見ると使用量は 5.9PV と非常に少ない。しかしこの方法は水を 15.4PV と大量に使用するため従来の界面活性剤溶液のみを使用する方法よりも廃液量が多くなってしまう問題点がある。一方、3. の動水勾配を用いて浄化する方法は、今回報告していない動水勾配による他の方法に比較するともっとも短時間で浄化をすることが出来た。しかし図-4 を見るように浄化を終えるまでに要した界面活性剤の量 45PV とかなり多いため、今後はさらなる配合の工夫や、浄化終盤にどうしても浄化しにくくなる部分の早期浄化をすることなどを目指していきたいと考えている。

5. 参考文献

- 1) HLB 値について（例えば）近藤正敏・田島和夫 共著：界面化学（基礎化学コース）、丸善、p.153、2004.

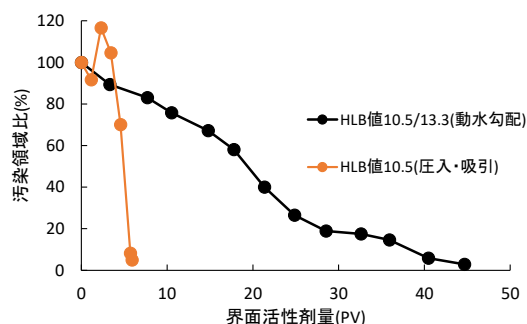


図-4 浄化完了までに要した界面活性剤量